

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ВЫСОКОПРОЧНОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА

*Гадеев Дмитрий Вадимович, Кириллова Ирина Николаевна,
Корелин Андрей Викторович*

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург

d.v.gadeev@urfu.ru

В работе различными методами структурного анализа исследовано влияние температурно-временных параметров дополнительной обработки на структуру сплава VST5553, обработанного по режиму BASCA. Показано, что наиболее полное старение метастабильного β -твердого раствора реализуется при температурах 480...600 °С после двухступенчатого высокотемпературного отжига в диапазоне 750...790 °С в течение 6...8 часов.

Материалом исследования служили темплеты, вырезанные из крупногабаритного полуфабриката из сплава VST5553, обработанного по режиму BASCA (англ. «Beta Annealed, Slow Cooled, Aged»). Данная схема обработки предложена корпорацией BOEING [1] для крупногабаритных изделий из высокопрочных псевдо- β -титановых сплавов, требующих повышенного уровня энергоемкости и вязкости разрушения, и включает отжиг в однофазной β -области с последующим замедленным переохлаждением до температуры старения, старение, температура которого обычно не превышает 600...650 °С, и последующее охлаждение на воздухе.

Поскольку существуют рекомендации по применению двухступенчатого старения после высокотемпературной обработки для псевдо- β -сплавов [2], а обработка BASCA включает только однократное старение, то с целью возможного дополнительного улучшения комплекса механических свойств в работе было исследовано влияние дополнительной термической обработки на структуру сплава VST5553.

Исследование структуры сплава в исходном состоянии показали, что в приграничных областях структуры, а также вокруг крупных первичными α -пластин после обработки BASCA сохраняются протяженные области β -твердого раствора, свободные от вторичных выделений α -фазы.

Дополнительное долговременное старение при пониженных температурах 450...550 °С не показало устойчивых положительных результатов. Поэтому дополнительную обработку было предложено проводить в 2 стадии. Первая ступень - нагрев при более высоких температурах, чем ступень отжиг в режиме BASCA, при $T_{\text{шт}}-(50...70)$ °С, для обеспечения частичного растворения α -фазы. Увеличение объемной доли β -фазы обеспечивает снижение удельной концентрации β -стабилизирующих элементов, соответственно понижая стабильность и повышая ее склонность к

распаду в ходе замедленного охлаждения [3], [4]. Вторая ступень обработки представляет собой старение при более низких температурах, чем в режиме BASCA, для обеспечения дополнительного распада сохранившейся после первой ступени обработки β -фазы [5], [6].

Как показал комплекс исследований, двухступенчатый отжиг в интервале температур 750...790 °С с последующим одноступенчатым, либо многоступенчатым повторным старением при температурах 480...600 °С обеспечивает наиболее полные процессы распада метастабильного β -твердого раствора. При этом целью первой стадии высокотемпературной обработки являлась некоторая стабилизация внутризеренных α -выделений, а второй стадии – дополнительное понижение стабильности β -твердого раствора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. B.M. Specification, Titanium 5Al–5V–5Mo–3Cr Die Forgings and Bars, August 2006
2. G. Lütjering, J.C. Williams, Titanium, Springer, 2007.
3. D. Qin, Y. Lu, Q. Liu, L. Zheng, L. Zhou, Materials Science and Engineering A 572 (2013) 19-24
4. S.K. Kar, S. Suman, S. Shivaprasad, A. Chaudhuri, A. Bhattacharjee, Materials Science and Engineering A 610 (2014) 171-180
5. O.M. Ivasishin, P.E. Markovsky, S.L. Semiatin, C.H. Ward, Materials Science and Engineering A 405 (2005) 296-305
6. Dehghan-Manshadi, R.J. Dippenaar, Materials Science and Engineering A 528 (2011) 1833-1839